

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-036557
(43)Date of publication of application : 05.02.2002

(51)Int.Cl.

B41J 2/05
B41J 2/01
B41J 2/175

(21)Application number : 2000-223037
(22)Date of filing : 24.07.2000

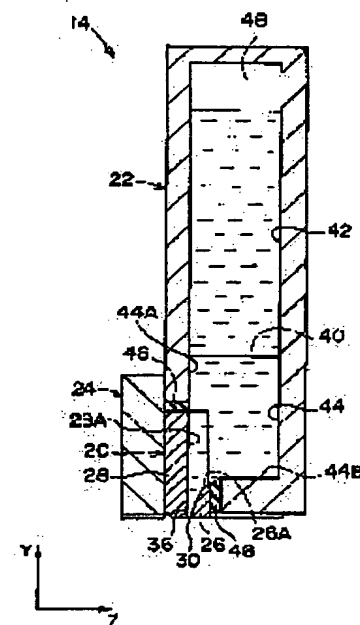
(71)Applicant : FUJI XEROX CO LTD
(72)Inventor : ODA KAZUYUKI
IKEGAMI KOJI
UMEZAWA TOMOKI
TOMIKAWA ICHIRO
KATAOKA MASAKI
YAMAZAKI KENJI
FUNATSU TADAKUNI
UEDA YOSHIHISA
HARA KOZO
TAKEUCHI TAKAYUKI
SATO KUNIHITO
HAMAZAKI SATONOBU
SAITO KOICHI

(54) INK JET RECORDING HEAD CARTRIDGE AND INK JET RECORDER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide highly reliable ink jet recording head cartridge and ink jet recorder having a simple structure.

SOLUTION: Since an individual channel 32 provided with an ink ejection opening 30 and a rectangular ink supply chamber 44 are interconnected directly, a bubble large enough to cause defective print does not float in the ink supply chamber 44 to choke the individual channel 32. Warmed ink in the ink supply chamber 44 moves into an upper ink tank chamber 42 by convection to grow a previously encapsulated air mass 48 thus preventing growth of a bubble in the ink supply chamber 44. Since a large cross-sectional area is ensured for the ink supply chamber 44, oscillation of meniscus at the ink ejection opening 30 is prevented from being amplified by pressure oscillation due to ink ejection thus preventing defective ejection. A highly reliable print can thereby be ensured through a simple arrangement.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]
[Date of sending the examiner's decision of rejection]
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
[Date of final disposal for application]
[Patent number]
[Date of registration]
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of extinction of right]

Japan s Laid-Open Patent Publicati n
No. 2002-36557 (Tokukaihei 2002-36557)

(A) Relevance to the present invention

The following is a translation of passages related to claims 1 through 13 of the present invention.

(B) A translation of the relevant passages

[Claims]

[Claim 1] An inkjet print head cartridge in which a heater face perpendicular to an ink discharge face on which are formed ink discharge openings constitutes a part of a side face of an ink supply chamber built inside an ink supply body,

said cartridge being characterized in that the ink supply chamber is formed with such a cross-sectional area set aside in an ink flow direction that bubbles of a print-defects-causing size generated in the ink supply chamber move off an incoming ink port due to a buoyancy acting on the bubbles which exceeds a drag force determined by an ink flow rate inside the ink supply chamber when the ink is discharged from the ink discharge openings.

[Claim 2] The inkjet print head cartridge as set forth in claim 1, wherein the following two equations are satisfied at any given print speed:

$$[(Q/S)^2 \times C_d \times \rho \times \pi \times d^2]/8 < (\rho \times g \times \pi \times d^3)/6$$

$$d \geq 2Np$$

where Q is a mean ink flow rate during printing, S is a minimum cross-sectional area in an ink flow direction inside the ink supply chamber, C_d is a drag coefficient, ρ is an ink density, g is a gravitational constant, Np is a pitch of individual passages (ink discharge openings), and d is a diameter of the bubble.

[Claim 3] The inkjet print head cartridge as set forth in either one of claims 1 and 2, comprising: an ink tank section communicatively connected to the ink supply chamber to supply ink to the ink supply chamber, and a filter member between the ink supply chamber and the ink tank section.

[Claim 4] The inkjet print head cartridge as set forth in claim 3, wherein

the ink tank section is located above the ink supply chamber in terms of gravity and holds ink in a free state.

[Claim 5] The inkjet print head cartridge as set forth in claim 1, wherein

the ink tank section always holds therein an air block

of 1 mm³ or greater in volume.

[Claim 6] The inkjet print head cartridge as set forth in either one of claims 4 and 5, wherein

the ink supply chamber is filled with ink with no bubbles contained on shipment.

[Claim 7] The inkjet print head cartridge as set forth in any one of claims 4 through 6, wherein a sum of a capacity of the ink supply chamber and an initial volume of ink held in the ink tank section in a free state is greater than a total volume of ink discharged in a print job specified through cycles of heating/cooling the ink in the print head cartridge.

[Claim 8] An inkjet print head cartridge in which a heater face perpendicular to an ink discharge face on which are formed ink discharge openings constitutes a part of a side face of an ink supply chamber built inside an ink supply body,

said cartridge being characterized in that the ink supply chamber is formed with such a cross-sectional area set aside in an ink flow direction that variations in pressure inside the ink supply chamber upon ink discharge is in over dumping mode or critical dumping mode.

[Claim 9] An inkjet print head cartridge in which a heater face perpendicular to an ink discharge face on which are

formed ink discharge openings constitutes a part of a side face of an ink supply chamber built inside an ink supply body,

said cartridge being characterized in that $(R1 + R2)^2 \times (C1 + C2) \geq 4 \times (L1 + L2)$ holds where $L1$ is an inertance of the individual passages, $L2$ is an inertance of the ink supply chamber, $R1$ is a drag of the individual passages, $R2$ is a drag of the ink supply chamber, $C1$ is a capacitance of a meniscus of the ink discharge openings, and $C2$ is a capacitance of the ink supply chamber.

[Claim 10] An inkjet printing device, characterized in that it incorporates the inkjet print head cartridge as set forth in any one of claims 1 through 9.

[Claim 11] An inkjet printing device, characterized in comprising:

an inkjet print head cartridge including: passages each having an ink discharge opening at an end and an incoming ink port at the other end; an ink supply chamber with an incoming ink port; and an ink tank section supplying ink to the ink supply chamber through a filter member, the ink tank section being located above the ink supply chamber in terms of gravity;

determining means for determining whether a total volume of ink discharged through the ink discharge

openings in a print job specified through cycles of heating/cooling the ink in the print head cartridge has exceeded a sum of a capacity of the ink supply chamber and an initial volume of ink held in the ink tank section in a free state; and

print control means for, if the total ink volume has exceeded the sum, suspending printing in a print job and resuming printing after the ink in the ink supply chamber is cooled down to a predetermined temperature.

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-36557

(P2002-36557A)

(43)公開日 平成14年2月5日(2002.2.5)

(51)IntCl ⁷	識別記号	F I	テ-マコード(参考)
B 4 1 J	2/05	B 4 1 J	3/04
	2/01		1 0 3 B
	2/175		2 C 0 5 6
			1 0 1 Z
			2 C 0 5 7
			1 0 2 Z

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 18 頁)

(21)出願番号 特願2000-223037(P2000-223037)

(22)出願日 平成12年7月24日(2000.7.24)

(71)出願人 000005496

富士ゼロックス株式会社

東京都港区赤坂二丁目17番22号

(72)発明者 小田 和之

神奈川県海老名市本郷2274番地 富士ゼロ

ックス株式会社海老名事業所内

(72)発明者 池上 耕二

神奈川県海老名市本郷2274番地 富士ゼロ

ックス株式会社海老名事業所内

(74)代理人 100079049

弁理士 中島 淳 (外3名)

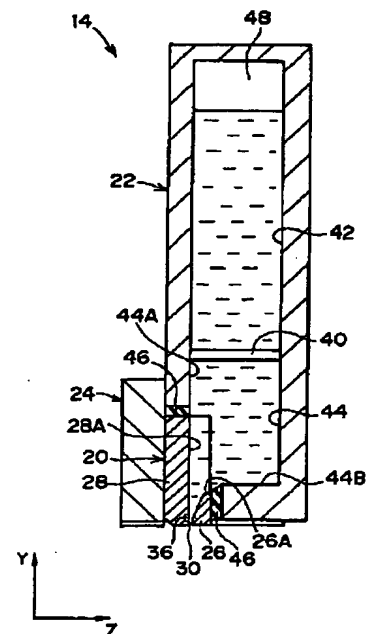
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 インクジェット記録ヘッドカートリッジおよびインクジェット記録装置

(57)【要約】

【課題】 簡単な構成で信頼性の高いインクジェット記録ヘッドカートリッジおよびインクジェット記録装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 インク吐出口30が形成された個別流路32が矩形状のインク供給室44に直接連通されることによって、印字不良を生ずる大きさの気泡がインク供給室44内を浮上して個別流路32を塞ぐことはない。また、インク供給室44の暖められたインクは、対流によって上部のインクタンク室42に移動し、予め封入されていた空気塊48を成長させることによって、インク供給室44内で気泡が成長することを防止する。さらに、インク供給室44の断面積を大きく確保することで、インク吐出による圧力振動によってインク吐出口30のメニスカスの振動が増幅して吐出不良を生ずることを防止する。したがって、簡単な構成で信頼性の高い印字を行なうことができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 インク吐出口が形成されたインク吐出面に直交するヒータ面がインク供給体の内部に形成されたインク供給室の側面の一部となるように構成されたインクジェット記録ヘッドカートリッジであって、前記インク供給室内に発生した印字欠陥を生じる大きさの気泡に作用する浮力が、全インク吐出口からインクが吐出される時の前記インク供給室内のインク流速に基づく抗力よりも大きくなることによって、当該気泡が前記インク流入口から離間するようにインク流れ方向の断面積が確保された前記インク供給室を形成したことを特徴とするインクジェット記録ヘッドカートリッジ。

【請求項2】 任意の印字率において下記の2式を満たすことを特徴とする請求項1記載のインクジェット記録ヘッドカートリッジ。

$$\left[(Q/S)^2 \times C d \times \rho \times \pi \times d^2 \right] / 8 < (\rho \times g \times \pi \times d^3) / 6$$

$$d \geq 2 N p$$

ここで、Q：印字中の平均インク流量、

S：インク供給室内のインク流れ方向の最小断面積、

C d：抵抗係数、

ρ ：インク密度、

g：重力定数、

N p：個別流路（インク吐出口）ピッチ、

d：気泡直径、である。

【請求項3】 インク供給室に連通し当該インク供給室にインクを供給するインクタンク部を備え、

前記インク供給室と前記インクタンク部との間にフィルタ部材を介在させたことを特徴とする請求項1または2記載のインクジェット記録ヘッドカートリッジ。

【請求項4】 前記インクタンク部は、前記インク供給室に対して重力方向上方に位置し、インクを自由状態で保持していることを特徴とする請求項3記載のインクジェット記録ヘッドカートリッジ。

【請求項5】 前記インクタンク部には、 1 mm^3 以上の容積の空気塊が常に存在していることを特徴とする請求項4記載のインクジェット記録ヘッドカートリッジ。

【請求項6】 出荷時に、前記インク供給室に気泡を全く存在させずにインクが充填されていることを特徴とする請求項4または5記載のインクジェット記録ヘッドカートリッジ。

【請求項7】 前記インク供給室の容積およびインクタンク部において自由状態の初期インク容積との和を、前記記録ヘッドカートリッジ中のインクの昇温・冷却サイクルで規定される1プリントジョブ中に吐出されるインク総体積よりも大きく構成したことを特徴とする請求項4～6のいずれか1項記載のインクジェット記録ヘッドカートリッジ。

【請求項8】 インク吐出口が形成されたインク吐出面に直交するヒータ面がインク供給体の内部に形成された

インク供給室の側面の一部となるように構成されたインクジェット記録ヘッドカートリッジであって、インク吐出時の前記インク供給室内の圧力変動が過減衰モードもしくは臨界減衰モードとなるようにインク流れ方向の断面積が確保された前記インク供給室を形成したことを特徴とするインクジェット記録ヘッドカートリッジ。

【請求項9】 インク吐出口が形成されたインク吐出面に直交するヒータ面がインク供給体の内部に形成されたインク供給室の側面の一部となるように構成されたインクジェット記録ヘッドカートリッジであって、個別流路のイナータンスをL1、インク供給室のイナータンスをL2、個別流路の抵抗値をR1、インク供給室の抵抗値をR2、インク吐出口のメニスカスのキャパシタンスをC1、インク供給室のキャパシタンスをC2としたときに、 $(R1 + R2)^2 \times (C1 + C2) \geq 4 \times (L1 + L2)$ の関係を満たすことを特徴とするインクジェット記録ヘッドカートリッジ。

【請求項10】 請求項1～9のいずれか1項記載のインクジェット記録ヘッドカートリッジを備えたことを特徴とするインクジェット記録装置。

【請求項11】 一端がインク吐出口となり他端がインク流入口とされた個別流路と、インク流入口が開口されたインク供給室と、インク供給室の重力方向上方に配置されフィルタ部材を介してインク供給室にインクを供給するインクタンク部とを備えたインクジェット記録ヘッドカートリッジと、

前記記録ヘッドカートリッジ中のインクの昇温・冷却サイクルで規定される1プリントジョブで、前記インク吐出口から吐出されるインク総体積が、前記インク供給室の容積およびインクタンク部において自由状態で保持している初期のインク容積との和を超えたか否かを判定する判定手段と、

前記インク総体積が前記和を超えた場合には、前記プリントジョブ中に印字を一旦停止させ、インク供給室内のインクが所定温度に冷却された後、印字を再開する印字制御手段と、

を備えることを特徴とするインクジェット記録装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、インクジェット記録ヘッドカートリッジおよびインクジェット記録装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来からインクジェット記録装置のキャリアッジに搭載されたインクジェット記録ヘッドカートリッジ（以下、カートリッジという）では、インクタンクからインク供給路を介してヘッド（ヘッドチップ）の供給口にインクを供給する構成とされている。

【0003】このようにカートリッジを構成した場合に

問題となるのは、①インク供給路およびヘッド内に生じた気泡の処理と、②インク供給路およびヘッド内におけるインク供給圧力の変動制御の2点である。これらの問題点を解消するために、様々な提案がされている。以下、いくつかの例について説明する。

【0004】①の対策として以下の4例等が提案されている。

【0005】特開平6-218945号公報（以下、従来例1という）には、インク供給路に発生した気泡を検知すると、記録動作を停止させて記録ヘッドへ気泡が混入することによって防止する発明が開示されている。

【0006】また、特開平9-226142号公報（以下、従来例2という）には、記録ヘッド開口部の断面積より小さい断面積を有するインク供給路を有することで、インク流速を高めて気泡の除去性を高めるという発明が開示されている。

【0007】さらに、特開平9-277552号公報（以下、従来例3という）には、インク流路中に設けたフィルタに気泡排出部を設け、インク流路の外部へ加圧して気泡を排出するという発明が開示されている。

【0008】特開平9-131890号公報（以下、従来例4という）には、マニホールドに沿って輪郭付けられた壁を設けることで、気泡を壁面に付着させることなく上方に排出するという発明が開示されている。

【0009】一方、②の対策として以下の4例などが提案されている。

【0010】すなわち、特開平5-31904号公報（以下、従来例5という）には、加熱により共通液室内に気泡を形成し、この気泡の変形で圧力波を吸収し、インク噴射による圧力変動を抑制するという発明が開示されている。

【0011】また、特開昭55-128465号公報（以下、従来例6という）には、インク液路を大気に通ずるための微小孔を、インク液路の一部に設けて圧力変動を抑制する発明が開示されている。

【0012】さらに、特開平7-125234号公報（以下、従来例7という）には、気体保持部と、気体の体積を変化させるためのサブヒータを有し、インク供給系の固有振動数を変化させることで、インク噴射の圧力変動を抑制するという発明が開示されている。

【0013】さらにまた、特開平9-136415号公報（以下、従来例8という）には、気体を内部に保持する複数の気体保持部をインク供給路に設けることで、圧力振動を吸収するという発明である。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】上記従来例1～4では以下のような不都合があった。

【0015】従来例1では、気泡検知手段が必要となると共に、気泡検知精度が問題となる。また、気泡を検出した場合には、一度記録を停止する必要があるという問

題があった。

【0016】従来例2では、気泡による印字欠陥頻度がある程度低下させることはできるが、印字欠陥を0にすることはできないという問題があった。

【0017】従来例3では、気泡を排出するための加圧システムが必要となり、装置が複雑化してしまうという不都合があった。

【0018】従来例4では、排出された気泡がフィルタ下に蓄積し、この蓄積気泡がマニホールド内全てに広がると印字不能になってしまうという問題があった。

【0019】また、従来例5～8でも以下のような不都合があった。

【0020】従来例5には、共通液室内に吐出ヒータとは別の加熱手段が必要となり、機構が非常に複雑化してしまうという不都合があった。また、加熱手段で生成させた気泡サイズの制御が、実際には非常に難しいという問題もあった。

【0021】従来例6では、大気連通させるための微小孔からのインク蒸発や、微小孔におけるインク固化が非常な問題になる。

【0022】従来例7では、加熱手段が別途必要となり、機構が複雑化してしまう。また、実際の気泡サイズ制御が困難であった。

【0023】従来例8では、気体保持部を作成する必要があり、インク供給路の構成が複雑化してしまう。また、長期保存時には、気体保持部の気体がインクと置換してしまうおそれがあった。

【0024】このように従来例1～8では、構造が複雑化する、あるいは従来の課題を完全に解決することができないという問題があった。

【0025】そこで、本願発明は、構造が簡単で信頼性が高いインクジェット記録ヘッドカートリッジおよびインクジェット記録装置を提供することを目的とする。

【0026】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明は、インク吐出口が形成されたインク吐出面に直交するヒータ面がインク供給体の内部に形成されたインク供給室の側面の一部となるように構成されたインクジェット記録ヘッドカートリッジであって、前記インク供給室内に発生した印字欠陥を生じる大きさの気泡に作用する浮力が、全インク吐出口からインクが吐出される時の前記インク供給室内のインク流速に基づく抗力よりも大きくなることによって、当該気泡が前記インク流入口から離開するようにインク流れ方向の断面積が確保された前記インク供給室を形成したことを特徴とする。

【0027】請求項1記載の発明の作用についての説明する。

【0028】印字動作等によってインク供給室内に発生した気泡は、印字動作等によって成長して個別流路のインク流入口を塞ぐことによってインク供給を阻害し、印

字欠陥を発生させるおそれがある。本願発明では、印字欠陥を生じる大きさに成長した気泡に対して個別流路から離間させる浮力がインク供給室から個別流路に向かって流れるインクの流速に基づく抗力よりも大きく作用する。この結果、印字欠陥を生ずる大きさの気泡が浮力によって個別流路（インク流入口）から離間し、安定した印字が確保される。したがって、インクを吸引することによって気泡を排出させるためにインク吸引機構などを用いる必要はない。すなわち、簡単な構造で気泡による印字欠陥を回避して信頼性の高い印字を行なうことができる。

【0029】請求項2記載の発明は、請求項1記載の発明において、任意の印字率において下記の2式を満たすことを特徴とする。

$$\left[\left(\frac{Q}{S} \right)^2 \times C d \times \rho \times \pi \times d^2 \right] / 8 < (\rho \times g \times \pi \times d^3) / 6$$

$$d \geq 2 N p$$

ここで、Q：印字中の平均インク流量、

S：インク供給室内のインク流れ方向の最小断面積、

Cd：抵抗係数、

ρ ：インク密度、

g：重力定数、

Np：個別流路（インク吐出口）ピッチ、

d：気泡直径、である。

【0031】請求項2記載の発明の作用についての説明する。

【0032】少なくとも個別流路ピッチの2倍（ $= 2 N p$ ）以上の径を有するインク供給室内の気泡は、インク吐出によって1つの個別流路から排出されにくい。したがって、個別流路を塞いだままになり、印字欠陥を発生させることになる。そこで、当該気泡（ $d \geq 2 N p$ ）に作用する浮力 $[(\rho \times g \times \pi \times d^3) / 6]$ がインク供給室から個別流路に流入するインクの流速による抗力 $[(Q/S)^2 \times C d \times \rho \times \pi \times d^2] / 8$ よりも大きくなるようにインク供給体およびヘッドチップを構成することによって、上記印字欠陥を発生させる気泡が浮力によって個別流路から離間していく。したがって、気泡の排出機構を設けない簡単な構造で気泡による印字欠陥を回避することができる。

【0033】請求項3記載の発明は、請求項1または2記載の前記インク供給室は、インク供給室に連通し当該インク供給室にインクを供給するインクタンク部を備え、前記インク供給室と前記インクタンク部との間にフィルタ部材を介在させたことを特徴とする。

【0034】請求項3記載の発明の作用についての説明する。

【0035】インク供給室にインクを供給するインクタンク部を有するため、インクタンク部からインク供給室にインク補給することによって、インク交換間隔がのび使い勝手が良くなる。また、インクタンク部とインク供

給室との間にフィルタを設けたため、インクタンク部からインク供給室を経てヘッドチップにゴミが流入することを阻止でき、印字の信頼性を高めることができる。すなわち、高い画質で印字を行なうことができる。しかも、フィルタ部材を備えているためインクタンク部のみを交換することによって、インク交換時ではなく寿命がくるまでヘッドを使用可能になる。

【0036】請求項4記載の発明は、請求項3記載の発明において、前記インクタンク部は、前記インク供給室に対して重力方向上方に位置し、インクを自由状態で保持していることを特徴とする。

【0037】請求項4記載の発明の作用についての説明する。

【0038】インク供給室内のインクは、印字動作によって加熱され対流を生ずる。したがって、インクタンク部がインクを自由状態で保持しているとインク供給室内の気泡が対流によってインクタンク部に移動し、気泡がインク供給室内で成長することを防止できる。この結果、気泡が印字欠陥を生じる可能性を低減させることができる。

【0039】請求項5記載の発明は、請求項4記載の発明において、前記インクタンク部には、 1 mm^3 以上の容積の空気塊が常に存在していることを特徴とする。

【0040】請求項5記載の発明の作用についての説明する。

【0041】インクタンク部に予め 1 mm^3 以上の空気塊を封入しておくことによって、インク供給室内で発生した気泡が対流等によってインクタンク部に移動し、インクタンク部内で空気塊と一体となって成長していく。すなわち、インク供給室内で気泡が成長してインクタンク部からインク供給室へのインク供給を阻害することを防止できる。

【0042】請求項6記載の発明は、請求項4または5記載の発明において、出荷時に、前記インク供給室に気泡を全く存在させずにインクが充填されていることを特徴とする。

【0043】請求項6記載の発明の作用についての説明する。

【0044】記録ヘッドカートリッジ出荷時には、インク供給室内に気泡を全く存在させずにインクを充填しておく。インク供給室内に気泡が存在すると、印字動作等によってインクから気体が析出した場合に、予めインク供給室内に存在した気泡を中心として成長し、インクタンク部からインク供給室へのインク供給を阻害して印字欠陥を生じるおそれがある。そこで、出荷時にインク供給室内に気泡を存在させないことによって、インク供給室内での気泡の成長を抑制し、上述した印字欠陥を回避する。

【0045】請求項7記載の発明は、請求項4～6のいずれか1項記載の発明において、前記インク供給室の容

積およびインクタンク部において自由状態の初期インク容積との和を、前記記録ヘッドカートリッジ中のインクの昇温・冷却サイクルで規定される1プリントジョブ中に吐出されるインク総体積よりも大きく構成したことを特徴とする。

【0046】請求項7記載の発明の作用についての説明する。

【0047】印字動作によってインク供給室内のインク温度が上昇し、対流によってインクタンク部に流入して気泡を発生・成長させる。しかしながら、インク供給室内においてもインク中に溶解していた空気等が気泡として析出する。通常は、プリントジョブが終了してインク温度が低下することによって気泡は再びインクに溶解する。しかしながら、連続的に印字動作を続けると気泡が成長し、インクが冷却されてもインク中に再び溶解しなくなる。

【0048】そこで、実験的に求められたデータから、インク供給室の容積とインクタンク部に自由状態で保持される初期のインク容量の和が1プリントジョブ中に吐出されるインク総量より大きければ、インク温度の上昇によって析出した空気はインク温度の低下によってインクに再溶解する。したがって、印字動作に伴うインク供給室内における気泡発生および気泡成長を確実に抑制することができる。

請求項8記載の発明は、インク吐出口が形成されたインク吐出面に直交するヒータ面がインク供給体の内部に形成されたインク供給室の側面の一部となるように構成されたインクジェット記録ヘッドカートリッジであって、インク吐出時の前記インク供給室内の圧力変動が過減衰モードもしくは臨界減衰モードとなるようにインク流れ方向の断面積が確保された前記インク供給室を形成したことを特徴とする。

【0049】請求項8記載の発明の作用についての説明する。

【0050】インク吐出時のインク供給室内の圧力変動が過減衰モードまたは臨界減衰モードとなるようにインク供給室のインク流れ方向の断面積を確保しているため、印字状態に拘わらず上記圧力変動が増幅してインク吐出口のインクリフィルが不完全になりインク吐出不良を生ずることを確実に防止できる。

【0051】請求項9記載の発明は、インク吐出口が形成されたインク吐出面に直交するヒータ面がインク供給体の内部に形成されたインク供給室の側面の一部となるように構成されたインクジェット記録ヘッドカートリッジであって、個別流路のイナータンスを L_1 、インク供給室のイナータンスを L_2 、個別流路の抵抗値を R_1 、インク供給室の抵抗値を R_2 、インク吐出口のメニスカスのキャパシタンスを C_1 、インク供給室のキャパシタンスを C_2 としたときに、 $(R_1 + R_2)^2 \times (C_1 + C_2) \geq 4 \times (L_1 + L_2)$ の関係を満たすことを特徴

とする。

【0052】請求項9記載の発明の作用についての説明する。

【0053】本発明は、上記関係式を満たすようにインク供給体およびヘッドチップを形成したために、どのような画質パターンでも、インク吐出時の圧力振動を完全に減衰させることができる。したがって、当発明のインク供給室の内容容積、断面積と長さを最適に設計することで、インク吐出時に生じるインク供給室内の圧力変動を、気泡を導入・発生させたり、外気と連通させたりすることなく減衰させることができ、印字の信頼性を高めることができる。

【0054】請求項10記載の発明は、請求項1～9のいずれか1項記載のインクジェット記録ヘッドカートリッジを備えたことを特徴とする。

【0055】請求項10記載の発明の作用についての説明する。

【0056】上記インクジェット記録ヘッドカートリッジを備えることによって、特別な機構を設けることなく、気泡による印字欠陥および、インク供給室内の圧力変動の共振による印字欠陥を防止できる。したがって、簡単な構造で信頼性の高いインクジェット記録装置を提供することができる。請求項11記載の発明は、一端がインク吐出口となり他端がインク流入口とされた個別流路と、インク流入口が開口されたインク供給室と、インク供給室の重力方向上方に配置されフィルタ部材を介してインク供給室にインクを供給するインクタンク部とを備えたインクジェット記録ヘッドカートリッジと、前記記録ヘッドカートリッジ中のインクの昇温・冷却サイクルで規定される1プリントジョブで、前記インク吐出口から吐出されるインク総体積が、前記インク供給室の容積およびインクタンク部において自由状態で保持している初期のインク容積との和を超えたか否かを判定する判定手段と、前記インク総体積が前記和を超えた場合には、前記プリントジョブ中に印字を一旦停止させ、インク供給室内のインクが所定温度に冷却された後、印字を再開する印字制御手段と、を備えることを特徴とする。

【0057】請求項11記載の発明の作用についての説明する。

【0058】印字動作によってインク供給室のインク温度が上昇し、対流によってインクタンク部に流入して気泡を発生・成長させる。しかしながら、同時にインク供給室内でも、インク中に溶解していた空気等が気泡として析出する。通常は、プリントジョブが終了してインク温度が低下することによってインク供給室内の気泡はインクに再度溶解する。しかしながら、連続的に印字動作を続けると気泡が成長し、インクが冷却されてもインク中に再溶解しなくなる。

【0059】そこで、本発明では、印字によるインク吐出総量がインク供給室の容積とインクタンク部において

自由状態で保持している初期のインク容量の容量和を超えたと判定手段が判定した場合には、印字動作を一時停止してインクを冷却させることによって、気泡が再溶解不能となるまで成長することを阻止している。したがって、気泡の成長によって印字不良を生じて画質が低下することを阻止できる。

【0060】

【発明の実施の形態】本発明の一実施形態に係るインクジェット記録装置およびインクジェット記録ヘッドカートリッジについて図1～図16を参照して説明する。

【0061】インクジェット記録装置10は、図2に示すように、キャリッジ12に保持されたインクジェット記録ヘッドカートリッジ（以下、カートリッジという）14がガイドシャフト16に沿って走査され、矢印A方向に搬送される用紙18に印字する構成である。

【0062】カートリッジ14は、図1に示すように、後述するインク吐出口30等が形成されたヘッドチップ20と、ヘッドチップ20にインクを供給するインク供給体22と、ヘッドチップ20の放熱性を確保するヒートシンク24とから基本的に構成される。

【0063】図3(A)、図3(B)に示すように、ヘッドチップ20は、発熱素子基板26および流路基板28が接合されることによって形成されており、一端面（インク吐出面）に形成された複数のインク吐出口30と、インク吐出口30に連通する個別流路32と、全ての個別流路32と連通しノズル配列方向に延在する共通液室34と、個別流路32に面して配設される発熱素子36（図1参照）と、から基本的に構成される。

【0064】共通液室34は個別流路32の延在方向（矢印Y方向）および個別流路32に直交する方向（矢印Z方向）に開口している（以下、この開口をインク流入口35という場合がある）。

【0065】なお、ヘッドチップ12のX方向両端部には、電気信号入出力端子38が設けられている。

【0066】インク供給体22は、略直方体の箱体の下端部の一方の角部に開口部が形成された形状であり、前記開口部にヘッドチップ20が弾性シール部材46を介して装着されている。ヘッドチップ20がインク供給体22に一体化されることによって、インク供給体22に内部には、フィルタ40によって2分割された略直方体のインクタンク室42とインク供給室44が形成されている。

【0067】すなわち、ヘッドチップ20の共通液室34を構成する発熱素子基板28の側面（ヒータ面）28Aがインク供給室44の重力方向の壁面44Aの一部となり、流路基板26の上面26Aが個別流路32に直交するインク供給室42の壁面44Bの一部となる。

【0068】したがって、共通液室28がインク供給室44の一部となり、個別流路32のインク流入口35はインク供給室44に直接開口していることになる。ま

た、インク供給室44は、個別流路32の延在方向（重力方向上方）に連続すると共に、延在方向に直交する方向（水平方向）に断面積を大きく確保した形状である。

【0069】なお、インク供給室44内は、初期状態で気泡が存在しないようにインク充填されている。また、インクタンク室42には、インクタンク室42で気泡を成長させるために、初期状態で1 mm³以上の空気塊48が導入されている。

【0070】また、インクタンク室42は、外部のメインインクタンクやカートリッジ14の上部に着脱自在となれるサブインクタンク等からインク供給可能とされている（図示省略）。

【0071】なお、カートリッジ14の配置方向は、少なくともインクタンク室42、インク供給室44、インク吐出口30（個別流路32）は、この順で重力方向下方に配置することが後述する気泡制御のために必要である。

【0072】また、図示しない制御部によって、インク供給室44のインク温度とインク総吐出量をモニタリングしており、インク総吐出量が所定量を超えたら印字動作を一時中断し、インク温度が所定温度まで低下するのを待って印字動作を継続する構成としている。

（本実施形態の作用）このように構成されるインクジェット記録装置10（カートリッジ14）の作用について説明する。本実施形態のインクジェット記録装置10（カートリッジ14）の作用は主に3点ある。以下、比較例と比較しながら順に説明する。

（比較例）まず、比較例のカートリッジについて図4を参照して説明する。なお、本実施形態と略同様の構成を示す部分については、同様の参照符号を付し、その詳細な説明を省略する。

【0073】比較例のカートリッジ114は、ヘッドチップ20の共通液室34に形成されたインク供給口116と、インク供給体22のインクタンク室42とが、インク管路118（本実施形態のインク供給室44に相当）によって連通されている。

（第1の作用）カートリッジ14の第1の作用は、個別流路32を気泡が塞ぐことによる印字欠陥（以下、気泡印字欠陥という場合がある）をメンテナンスフリーで良好に防止できる点である。

【0074】一般に、気泡による印字欠陥は、大きなサイズの気泡がヘッドチップ20内に流れ込むことによって、インク吐出口30（個別流路32）へのインク供給が妨げられることによって生じる。

【0075】気泡による印字欠陥には、インク吐出に伴って当該気泡がインク吐出口30から排出されることによって回復するものと、インク吐出だけでは気泡が排出されず回復しないものがある。特に問題になるのは、インク吐出だけでは回復しない気泡印字欠陥である。この印字欠陥を回復させるためには、ヘッドのノズ

ル面にキャップ部材を当接し、負圧ポンプで負圧をかけてインクと共に気泡を吸引するという負圧メンテナンスが行われている。

【0076】しかし、負圧メンテナンスは負圧ポンプを必要とするためメンテナンス装置が複雑化し、コストがかかるという問題と、吸引されたインクが無駄になると共に廃インクが増加し、廃インク溜めの容積を大型化しなければならない等の問題があった。

【0077】そこで、本発明者は、個別流路32の端部を閉塞することによって印字欠陥を生じさせる気泡を浮力によって個別流路32の端部から離間させる構成と

$$F1 = [(Q/S)^2 \times Cd \times \rho \times \pi \times d^2] / 8 \quad \dots (1)$$

となる。

【0080】また、気泡に作用する浮力をF2とすると、

$$F2 = (\rho \times g \times \pi \times d^3) / 6 \quad \dots (2)$$

$$(\rho \times g \times \pi \times d^3) / 6 > [(Q/S)^2 \times Cd \times \rho \times \pi \times d^2] / 8 \quad \dots (3)$$

の式が満たされると、気泡は鉛直上方向（本実施形態ではヘッドの個別流路32側からフィルタ40側）に浮力によって上昇することになる。

【0082】また、抵抗係数Cdは、レイノルズ数Re<1のときにはCd=24/Reが成立しており、インク粘度をμ、インク流速をvとしたときに、レイノルズ数ReはRe=ρ×v×d/μとかけるから(1)式を整理すると、

$$F1 = 3 \times \pi \times \mu \times v \times d \quad \dots (4)$$

となる。

【0083】(3)式に(4)式を代入して気泡直径dについて整理すると、

$$d > [(18 \times \mu \times v) / (\rho \times g)]^{1/2} \quad \dots (5)$$

が求まる。この気泡直径dは、浮力F2がインク流れの抗力F1よりも大きくなる気泡直径を示す。したがって、この直径以下の気泡は、印字時にインクと共にヘッド（個別流路32）方向に流されて行くことを示している。

【0084】一方、インク吐出だけでは回復しない気泡による印字欠陥を起す気泡サイズは、複数の個別流路32（インク流入口35）を閉塞するサイズ以上であることが観察の結果判明している。これは、一つの個別流路32を閉塞する程度のサイズの気泡は、インク吐出時の圧力によってインク吐出口30から排出することが可能であるが、隣接する個別流路32まで閉塞するサイズの気泡は、インク吐出時の圧力だけで気泡を変形させて個別流路32（インク吐出口30）から排出することは困難である。したがって、個別流路32のピッチをNpとすると、印字欠陥を発生させる気泡の径dは、 $d \geq 2Np \quad \dots (6)$

となる。

【0085】したがって、(3)式と(6)式が成立す

し、負圧メンテナンスをせずに印字欠陥を回避できるカートリッジを提案したものである。

【0078】図1に示すカートリッジ14（以下、実施例という場合がある）では、インク供給室44で気泡に作用する浮力と抗力を考えると以下ようになる。

【0079】インク供給室内のインク流れ方向の最小断面積をS、印字中の平均インク流量をQ、インク密度をρ、重力定数をg、抵抗係数をCd、吐出口（個別流路）ピッチをNp、気泡直径をdとした場合に、気泡に作用する抗力をF1とすると、

となる。

【0081】したがって、気泡に作用する浮力F2の方が、インク流れによる抗力F1よりも大きくなる（F2>F1）と、すなわち、

るようにカートリッジ14を作成することによって、メンテナンスフリーとしたものである。

【0086】カートリッジ14をどのように構成することによって上記作用を達成したかを比較例を参照しながら具体的に説明する。

【0087】比較例（図4参照）では、個別流路32の一端が開口する共通液室34とインクタンク室42を断面積が小さいインク管路118によって接続している。したがって、インク管路118のインク流速（(3)式におけるQ/S）が大きくなり、気泡欠陥を生ずる気泡（ $d \geq 2Np$ ）が必ずしも浮上できない。したがって、負圧メンテナンスを行わないと、共通液室34内で気泡が成長してしまい、気泡印字欠陥を生じてしまう。

【0088】これに対して、本実施例では、インクタンク室44と個別流路32を結ぶ流路を断面積Sの大きい矩形のインク供給室42としている。すなわち、個別流路32が大容量のインク供給室44に直接開口している（共通液室34がインク供給室44の一部となっている）ため、インク吐出時のインク流速（Q/S）が比較例と比較して低下し、気泡に作用する抗力F1を低下させる。この結果、印字欠陥を生じるサイズの気泡（ $d \geq 2Np$ ）が(3)式を満たすことが可能となる。すなわち、印字欠陥を生じるサイズの気泡が浮力F2によって確実に浮上することになり、インク供給室44内において重力方向下方に位置するインク流入口35から離間することになる。したがって、負圧メンテナンス行なうことなく、インク流入口35（個別流路32）が気泡に閉塞される気泡印字欠陥を確実に回避することができる。

（試験）以上の作用を確認するために、実施例と比較例について実際に印字動作を行ない、気泡印字欠陥を生じるまでの印字枚数について試験を行なった。

【0089】試験例（実施例、比較例）のヘッドの印字

仕様は、800dpiの解像度で512個のインク吐出口（個別流路）を有し、印字周波数が20kHz、ドロップ量が5pl、印字速度はA4サイズで5ppm（枚/分）と設定されている。この場合に、印字中の平均インク流量 Q は、 $0 < Q \leq$ （印字率100%時のインク流量）の範囲になる。試験例では、印字率100%時のインク流量（最大インク流量）は、 $26 \text{ mm}^3/\text{sec}$ と見積もられる。

【0090】また、実施例におけるインク供給室44の流れ方向の断面積 S は 300 mm^2 となっており、比較

例のインク管路118（実施例のインク供給室44に相当）の断面積 $S (=0.8 \text{ mm}^2)$ の300倍超とされている。

【0091】なお、試験例に用いたインクは、インク粘度 $\mu = 2.01 \text{ Pa} \cdot \text{sec}$ 、インク密度 $\rho = 1050 \text{ kg/mm}^3$ であった。また、印字評価に用いた画像は、印字率5～100%のものである。

【0092】試験結果を表1に示す。

【0093】

【表1】

	実施例	比較例
気泡による画質欠陥発生までの平均印字枚数 (カバレージ5%換算枚数)	30000 枚印字しても画質欠陥発生しない(打ち切りデータ)	300 枚

【0094】このように、実施例はヘッドカートリッジの想定寿命1万枚に対して3万枚の印字を行っても気泡による印字欠陥を生じなかった。すなわち、回復のための負圧メンテナンスが必要無いことが確認された。

【0095】一方、比較例では300枚程度で印字欠陥を生じ、その度に負圧メンテナンスが必要となる。

【0096】この作用を上述の(5)式に値を挿入して確認する。例えば、印字率が100%の場合であれば、実施例のインク供給室内のインク流速が $v = Q/S = 26 (\text{mm}^3/\text{sec}) / 300 (\text{mm}^2) = 0.087 \text{ m/sec}$ となり、比較例のインク管路内のインク流速が $v = Q/S = 26 (\text{mm}^3/\text{sec}) / 0.8 (\text{mm}^2) = 33 \text{ mm/sec}$ となる。同様にして各印字率におけるインク流速を求め、その値を(5)式に挿入してヘッドに流れ込む気泡直径と、インク流速の関係を求めた(図5参照)。

【0097】ただし、 $1 < Re < 100$ になる場合には、(5)式に $Cd = 24/Re \times (1 \times 0.15 \times Re^{0.687})$ の補正を入れて計算した。

【0098】図5から、実施例では、印字率が5%～100%の範囲の流速において、最大でも直径 $17 \mu\text{m}$ 程度の気泡しかヘッドに流れ込まないことがわかる。

【0099】これに対して、比較例においては、インク流速が速いために、印字率が5%～100%の範囲の流速において、 $76 \mu\text{m} \sim 430 \mu\text{m}$ という巨大な気泡がインクと共にヘッドに流れ込んでしまう。

【0100】一方、気泡印字欠陥を生じる気泡サイズは、個別流路ピッチ Np によって決定される。すなわち、試験例では800dpiであることから、隣接する個別流路32（インク吐出口30）間のピッチ Np は、 $Np = 25400 \mu\text{m} / 800 = 31.75 \mu\text{m}$ となる。したがって、気泡印字欠陥を生ずる気泡サイズは、 $62.5 \mu\text{m}$ 以上ということになる。

【0101】したがって、実施例では印字率に拘わらず、気泡欠陥を生ずる気泡がヘッドに流れ込むことはない（インク供給室内を浮上する）ため、気泡印字欠陥が生じないものと考えられる。一方、比較例では $62.5 \mu\text{m}$ 以上の気泡が、ある確率で流れ込み、流れ込めば必ず印字欠陥を発生してしまうため、300枚程度で気泡印字欠陥を生ずると考えられる。

【0102】このように、実施例では、インク供給室44のインク流れ方向の断面積を比較例と比較して増大させることで、印字時のインク供給室内のインク流速を所定値以下に制御し、気泡印字欠陥を生じさせるサイズの気泡が浮力によって浮上するように構成している。したがって、メンテナンスフリーで気泡印字欠陥の発生を完全に防止できる。

（第2の作用）カートリッジ14の第2の作用は、インク供給室44内での気泡が成長してインク供給室44内のインクが空になって個別流路32へのインク供給が不可能になり、印字不能になってしまうことを防止することにある。

【0103】かかる目的を達成するために、カートリッジ14では、インク供給室44内で気泡を成長させずに、インク供給室44に連通しているインクタンク室42で気泡が積極的に成長するように設計をしたものである。

【0104】一般的に、液体中から析出する気体は、液体中にすでに存在している気泡と一体となって気泡を成長させていく。したがって、インク供給室44内に気泡が存在すると、印字動作によるインク温度の上昇に伴って析出した気体が気泡を成長させてしまう。

【0105】そこで、カートリッジ14では、出荷時にインク供給室44内に全く気泡が存在しないように構成すると共に、インク供給室44とフィルタ40を介して連通しインクが自由状態で保持されているインクタンク

室42には、 1mm^3 以上の容積を有する空気塊48を封入している。したがって、印字動作に伴って温度上昇したインクは、対流によってインクタンク室42に到達して空気を析出する。この結果、析出した気体によって予め封入されている空気塊48が成長することにより、インク供給室44内での気泡発生および成長を抑制することができる。

【0106】なお、予め封入されている空気塊の容積が 1mm^3 を下回る場合には、空気塊（気泡）の径が小さいため、インクの温度上昇によって気泡が溶解（消滅）してしまい、インク供給室44内で気泡が成長するおそれがあった。

【0107】また、本発明は、気泡の発生自体を抑制することも図っている。

【0108】一般に、カートリッジ14内の気泡の発生原因には、①印字の際に、インクが昇温することによってインクに対する空気の溶解度が低下することで、インク中に微小な気泡が析出し、成長するもの、②カートリッジ14内は、インク吐出口30に負圧でインクを供給しているために外部大気と常に差圧を生じ、この差圧によって周囲空気がカートリッジ14を構成する部材を透過して侵入するという気体透過によるものの2種類ある。

【0109】カートリッジ14は、インク供給体22にはノリ樹脂（もしくはPPO）を使用し、ヘッドチップ20とインク供給室44を封止している弾性シール部材46には、ポリスチレン系のエラストマーを使用している。どちらも気体透過定数は、十分に小さく、かつ内外差圧にも 1000Pa 程度と微少なので、使用開始から数年程度であれば周囲空気の気体透過量（②の気泡発生）をほぼ無視できる。

【0110】したがって、カートリッジ14における気泡発生は、インクの温度上昇（①の原因）によるものと考えられる。一般に、液体、例えば水は、温度上昇によ

って空気の溶解度が低下する（図8参照）。したがって、印字動作に伴う温度上昇によってインクから空気が析出する。もちろん、この気泡は、印字動作の終了によるインク温度の低下によってインク中に溶解するが、気泡のサイズがある程度以上大きくなると溶解しないものがでてくる。これは、図9に示すように、気泡のサイズと液体、例えば水の溶解度の関係が図9に示すような関係になっているためである。したがって、インク供給室44内で発生した気泡が印字停止によって再びインク中に溶解するように気泡の成長を制御しなくてはならない。

【0111】そこで、印字の停止（インク温度の低下）によって気泡がインク中に再び溶解するには、どの程度のインク消費量によって印字を停止させれば良いかを以下の試験によって確認した。

（試験）実施例のカートリッジ14において、A4サイズ用の紙を3万枚印字するのに、1ジョブの枚数（連続して印字する枚数）を変更することによって、気泡がインク中に再溶解する条件を求めた。なお、インク供給室44の内容積は 3000mm^3 としている。また、カートリッジ14の使用開始前（以下、初期という）のインクタンク室42における自由状態のインク容積は 4000mm^3 であり、プリントジョブ中のヘッド温度は 55°C 程度であった。また、各プリントジョブ後は、ヘッド温度を室温 25°C まで自然冷却させた。

【0112】また、A4サイズ（ $210\text{mm}\times 300\text{mm}$ ）の用紙に、 800dpi で印字率5%の印字を行った際には、ページ当たりのインクの消費量は、 $5\text{pl}\times 800\times 800\times (210/25.4\times 300/25.4)\times 0.05=16\text{mm}^3$ と見積もったものである。

【0113】一連のプリントジョブ枚数と、インク供給室内に気泡発生量の結果を表2に示す。

【0114】

【表2】

プリントジョブ枚数 (印字カバレッジ5%換算枚数)	プリントジョブ毎 のインク吐出総 体積 mm^3	インク供給室内 気泡発生量 mm^3	インクタンク室内空気塊の容積 mm^3 (初期時1~ 10mm^3)
100枚×300ジョブ	1600	0	3100
200枚×150ジョブ	3200	0	3200
400枚×75ジョブ	6400	50	3010
500枚×60ジョブ	8000	400	2500
1000枚×30ジョブ	16000	1000	1980
3000枚×10ジョブ	48000	2000	1000

【0115】インク温度は、室温 25°C の環境下で 20°C 程度になっており、印字中に $50^\circ\text{C}\sim 55^\circ\text{C}$ 程度まで、ヘッド近傍のインクは昇温している。これから、空

気の水に対する溶解度の差異（図8参照）に基づいて単位インク量当たりの析出空気量を見積もると、 75mm^3 （析出空気量）/ 1000mm^3 （印字インク量）とな

り非常に大きい事がわかると共に、この値から、表2における3万枚当たりの発生空気量(インク供給室内+インクタンク室内の発生空気量)を見積もると3600mm³となり、表2の結果とよく一致している。

【0116】試験結果から、インク供給室44の容量(3000mm³)程度のインク吐出総量では、ジョブ終了後に温度低下してもインクに溶解しない気泡(以下、残留気泡という場合がある)がインク供給室44内に発生することはない。一方、インクタンク室42内では、対流によって温められたインクがインク供給室44から流入するため、空気塊48が成長することがわかる。

【0117】また、インク供給室44の容量とインクタンク室42における初期のインク容積(4000mm³)との和(7000mm³)程度からインク吐出総量において残留気泡が発生することが確認された。

【0118】したがって、1つの印字ジョブ中にインク吐出口から吐出されるインク総体積が、インク供給室内容積と自由状態のインク保持容積の和(7000mm³)よりも小さければ、インク供給室内44でほとんど気泡は発生しないことがわかる。したがって、連続して印字するインク吐出総量を前記和よりも小さく抑えることで、インク供給室内に残留して成長する気泡を0に抑え、自由状態のインクタンク室42の空気塊48のみが成長するという状況を可能にできる。

【0119】このような知見に基づいて、インクジェット記録装置10では、図7に示すような気泡発生防止制御を行なっている。図6、図7に示すフローチャートを参照して説明する。

【0120】インクジェット記録装置10の制御部(図示せず)は、プリント信号が入力されるまで図示しない温度センサによってインク供給室44のインク温度を検出している(ステップ200、202)。

【0121】制御部にプリント信号が入力されると、気泡制御サブルーチンが開始される(ステップ204)。

【0122】気泡制御サブルーチンでは、プリント信号の入力によって先ずインク供給室44内のインク温度が設定温度T℃(本実施形態ではT=25℃)以下となっているか否かを判定する(ステップ302)。

【0123】検出温度が設定温度T℃以下になると、発熱素子36を駆動することによって、インク吐出口30からインクを吐出して印字を開始する(ステップ304)。

【0124】印字開始と同時に、カートリッジ14を構成する全てのインク吐出口30から吐出された印字ドット数の総計をカウントする(ステップ306)。ドロップ量と印字ドット数を掛け合わせるによって、吐出されたインク総量を確認するためである。

【0125】続いて、印字ドット数が設定ドット数Nを超えたか否かを確認する(ステップ308)。本実施形

態では、この設定ドット数Nは、ドロップ量を掛け合わせるによってインク供給室44とインクタンク室42のインク総容量に相当する印字ドット数である。

【0126】印字ドット数が設定ドット数Nよりも小さい場合には印字が終了したか確認し(ステップ310)、一連のジョブが終了している場合には、気泡抑制サブルーチンを終了して再びインク供給室44のインク温度のモニタリングに移行する。

【0127】一方、ジョブが終了していない場合には、印字ドット数が設定ドット数Nを超えるまで上記制御を繰り返す。

【0128】印字ドット数が設定ドット数Nを上回った場合には、インク供給室44のインクの温度が設定温度T℃以下となるまで印字動作(インク吐出)を一時的に停止する(ステップ312、314)。これは、インク供給室44の容積とインクタンク室42の自由状態の初期インク量の和をインク吐出総量が超えた場合には、インクの加熱量が大きくなってインク供給室内の気泡が成長し過ぎてしまい、印字停止後に析出した気泡が消えなくなる(再溶解しなくなる)ため一次停止するものである。すなわち、印字を一時的に停止してインク温度を低下させることによって、インク供給室44内で析出した気泡をインク温度の低下によっても再溶解させ、インク供給室44内に気泡が残留(発生)することを防止するためである。

【0129】インク供給室44内のインク温度が設定温度T℃以下となった場合には、ジョブの残った分について印字を再開し(ステップ304)、印字ドット数をクリアして再びカウントを開始する(ステップ306)。これは、インク温度が設定温度T℃以下となった場合には、析出した空気が再びインクに溶解したものと判定するためである。

【0130】このように印字動作を制御することによって、インク供給室内に気泡が析出し、インク温度の低下によっても析出した気泡が再溶解せずに成長し、インク供給を妨げることを抑制できる。

【0131】なお、本実施形態では、インク吐出総量がインク供給室44の容積とインクタンク室42の自由状態の初期インク量の和を超えた場合に、印字を一時停止する制御としたが、上記和よりも小さい量で印字を一時停止するように制御することによって、インク供給室内で確実に残留気泡が発生しないようにすることができる。

(第3の作用)カートリッジ14の第3の作用は、インク吐出に伴うインク吐出口30のインクメニスカス界面の変動を抑制し、印字状態に拘わらず安定的な印字を可能にしたことである。

【0132】図10に示すように、インク吐出によってインクメニスカス界面Mが振動する。この振幅が印字状態(インク供給室44の圧力状態)によっては増幅され、メニスカス界面Mが発熱素子36よりもインク供給

室44側まで移動し、インク吐出不良を生ずるおそれがあった。そこで、印字状態に拘わらずインク吐出によるインクメニスカス界面Mの振幅が増幅せず、安定的な印字を可能にしたものである。

【0133】インクメニスカス界面Mの振動は、インク供給室44の圧力振動によって規定されているため、この圧力振動が増幅しないように規制すれば良い。

【0134】インク吐出時に生じるインク供給室44内の圧力パルスE(t)という関数で表したとき圧力-電気等価回路を図12に示す。ここで、個別流路32の

$$(L1+L2) \frac{d^2 P}{dt^2} + (R1+R2) \frac{dP}{dt} + P / (C1+C2) = E(t) \quad \dots (7)$$

この微分方程式を解くことで、インク供給室44内の圧力Pが求められる。

【0137】インク吐出が周期的に繰り返されることから、インク供給室44内に発生する吐出による圧力パルスE(t)は、インク吐出によって決定される。また、インク供給室44内の流体圧力振動は、インク吐出という励振が加えられるために強制振動系と考えられる。

【0138】強制振動系の特徴として、外部から入力した圧力パルスE(t)の振動数が系の固有振動数と一致した場合には、共振を起す。特に減衰(流路抵抗)の無い系では、圧力振幅は∞にまで拡大される。

【0139】また減衰(流路抵抗)の存在する系におい

$$(R1+R2)^2 \times (C1+C2) \geq 4 \times (L1+L2) \quad \dots (8)$$

を満たすことで、インク吐出時のインク供給室での圧力振動を過減衰モードもしくは臨界減衰モードにすることができる。この結果、インク供給室内の圧力振動が非振動型になることから、いかなる振動数の圧力パルスE(t)を作用させてもインク供給室44の圧力変動が増幅されることがなくなる。

【0142】比較例のような構成をとった場合には、インク管路118の断面積Sが小さいため、L2の値が大きくなり、(8)式を満たすことができず圧力変動が増幅されてしまう。そこで、特性方程式を満たすために、例えば共通液室34に気泡を発生・流入させ、当該気泡によってキャパシタンスC2を増大させることによって圧力変動の増幅を抑制していた。しかしながら、共通液室34にいた気泡を制御することが困難で印字動作に伴って気泡が成長し、吐出不良を生ずるおそれがあった。

【0143】これに対して実施例は、カートリッジ14の後述する寸法を調節してR1、R2、L1、L2、C1、C2の各値が(8)式を満たすように設計することによってカートリッジ14を構成することにより、どのような画質パターンにおいても非常に良好な印字を保証でき、信頼性の高い記録ヘッドカートリッジ14とすることができる。

【0144】例えば、インク供給室44の断面積を増加させることによって、インク吐出時の圧力振動を完全に

流路抵抗：R1、インク吐出口30のインクメニスカス界面によるキャパシタンス：C1、個別流路32のイナータンス：L1、インク供給室44の流路抵抗：R2、インク供給室44のキャパシタンス：C2、インク供給室44のイナータンス：L2としたものである。

【0135】このとき、流体圧力振動方程式は、インク供給室内の圧力をPとすると、次式で表することができる。

【0136】

ても、減衰比ζを

$$\zeta = (R1 \times R2) / 2 \times \{ (C1+C2) / (L1+L2) \}^{1/2}$$

とした際に、振幅Xは $1 / \{ 2 \times \zeta \times (1 - \zeta^2)^{1/2} \}$ 倍まで増幅されることになってしまう。

【0140】この振幅の増幅によって、比較例の記録ヘッドカートリッジにおいては、印字率の高いパターン(100%一括印字)をある周期で繰り返し印字した場合などに、白筋などの不吐出故障が発生していた。

【0141】実施例においては、(7)式の特性方程式から導かれる関係式

減衰させることができ、どのような画質パターンにおいても非常に良好な印字を保証でき、信頼性の高い記録ヘッドカートリッジを実現できる。

【0145】ところで、個別流路内の抵抗R1は、円管近似することにより、

$$R1 = 8 \times \mu \times t1 / (\pi r^4)$$

であらわせる。ここで、μ：インク粘度、t1：個別流路の長さ、r：個別流路の断面半径である。比較例のインク管路の抵抗R2も同様(1：インク管路の長さ)である(図4参照)。

【0146】一方、矩形体である実施例のインク供給室の抵抗R2も、断面形状を円管近似することによって求めることができる。

【0147】個別流路内のイナータンスL1は、断面形状を円管近似することによって、

$$L1 = \rho \times t1 / (\pi r^2)$$

であらわせる。ここで、ρ：インク密度である。比較例のインク管路のイナータンスL2も同様である(図4参照)。

【0148】一方、矩形体である実施例のインク供給室42のイナータンスL2は、

$$L2 = \rho \times t2 / S$$

であらわせる。ここで、t2：インク供給室の長さ、S：インク供給室の断面積である(図11参照)。

【0149】また、インク供給室のキャパシタンスC2

は、音響容量のことであり、

$$C2 = V / (\rho \times C^2)$$

であらわせる。ここで、V：インク供給室の容積、C：インク中の音速である。また、比較例のインク管路のキャパシタンスC2も同様である。

【0150】一方、インク吐出口のインクメニスカス界面によるキャパシタンスC1は、メニスカス変位による容量のことであり、

$$C1 = dV / PC$$

であらわせる。ここで、dV：インクドロップ体積、P：インク吐出口におけるメニスカスの毛細管圧力であ

る。なお、毛細管力PCは、

$$PC = 2\gamma \cos \theta / r$$

であらわせる。ここで、 γ ：インク表面張力、 θ ：吐出口接触角、 r ：吐出口半径である。

（試験例）実施例と比較例のカートリッジ14（インクジェット記録装置10）を所定ドット数のラインペアを印字することによって印字評価を行なった。試験例における実施例と比較例の各数値を表3に示す。

【0151】

【表3】

定数	実施例	比較例	単位
R2	2.55×10^3	1.38×10^9	Pa・sec./m ³
R1	1.12×10^{11}	1.12×10^{11}	Pa・sec./m ³
L2	3.67×10^4	2.34×10^7	kg/m ⁴
L1	1.05×10^6	1.05×10^6	kg/m ⁴
C2	1.21×10^{-15}	5.20×10^{-16}	m ³ /Pa
C1	1.94×10^{-16}	1.94×10^{-16}	m ³ /Pa
μ (室温時)	2.01×10^{-3}	2.01×10^{-3}	Pa・sec.
μ (吐出時)	1.00×10^{-3}	1.00×10^{-3}	Pa・sec.

【0152】印字評価に用いた、ラインペアの説明図を図13に示す。すなわち、記録ヘッドの全幅一括印字（印字率100%）を行い、xドット連続吐出したらxドット空白部とし、印字空間周波数を吐出周波数の1/（2×x）とする印字パターンである。

【0153】このラインペアのxドットを1から20ま

で行なうことで印字評価を行なった。印字評価結果および振幅増幅率を表4に示す。

【0154】なお、固有振動数Fは、 $F = [1 / (2\pi)] \times [1 / (LC)]^{1/2}$ で求められる値である。

【0155】

【表4】

	実施例	比較例
$(R1+R2)^2 \times (C1+C2) - 4 \times (L1+L2)$	1.32×10^7	-9.53×10^7
減衰比 ζ	2.01	0.159
振幅増幅率	増幅されない	3.18倍
インク供給系の固有振動数 Hz	4072	2282
印字評価結果	20kHz印字で1～20dotsラインペアを繰返し印字しても、問題なし。	20kHz印字で4～5dotsラインペアを繰返し印字すると、白抜け発生。

【0156】これらの結果から、比較例においては、 $(R1+R2)^2 \times (C1+C2) - 4 \times (L1+L2) < 0$ となっており、減衰振動モードであることがわかる。したがって、インク供給系の固有振動数近傍の振動数を持つ入力（20kHzで4～5ドットのラインペ

ア）を繰り返すと、圧力振動の振幅が増大し、初期の振幅の3.18倍にもなってしまう（図14参照）。

【0157】このような共振状態になると、個別流路32に形成されたインクメニスカスMのリフィルが不安定になり、ついには不吐出となり、白抜けなどの印字欠陥

が発生してしまう。

【0158】これに対して、実施例は、 $(R1 \times R2)^2 \times (C1 + C2) - 4 \times (L1 + L2) > 0$ となっており、過減衰モードになっていることがわかる。したがって、圧力振動の振幅は増大せず、ほぼ入力と同じである（図15参照）ことから、信頼性の高いインク吐出（印字）が可能となる。

【0159】なお、粘度 μ が、室温（待機）時とインク吐出時で異なるのは、インク吐出時にインクが加熱されるために、個別流路近傍のインク温度が昇温し、粘度が低下するためである。

【0160】以上の第1～第3の作用以外にもカートリッジ14には、次のような作用もある。

【0161】すなわち、長期放置後のインク乾燥によるインク吐出口30（個別流路32）の目詰まりについても、ヘッドチップ20がインク供給室44の側面の一部を形成することで、個別流路32が大容積のインク供給室44に直接開口するため、インクの拡散が容易でインク吐出口30（個別流路32）が目詰まりしないという作用がある。したがって、カートリッジ14の寿命を延ばすことができる。

【0162】このように、簡単な構成で簡単な構成で信頼性の高いカートリッジ14およびインクジェット記録装置10を提供することができる。

【0163】なお、第2の作用で説明したインクタンク室42の空気塊も、フィルタ40の上部を閉塞するくらいに巨大化すると問題になるが、インクタンク室42内の空気を排気し、インクと置換させるインク供給系を設けることで問題を解決できる。

【0164】一例を図16に示す。すなわち、カートリッジ50は、インクタンク室42が2槽式となっており、フィルタ40を介してインク供給室44と直接連通しインクが自由状態で保持される第1インク室42Aと、インクが含浸された多孔質部材52が配設された第2インク室42Bと、第1インク室42Aにインクを供給するサブインクタンク54とから構成されている。

【0165】サブインクタンク54は、2本の長さの異なる連通管56、58を介して第1インク室42Aと連通している。

【0166】第1インク室42Aと第2インク室42Bの下部は、連通部材60（図16（B）参照）の隙間64によって連通されている。

【0167】このように構成されることにより、インク吐出が開始されて第1インク室42Aのインクが消費されると、第2インク室42Bの開口部62から空気が導入され、多孔質部材52に含浸されていたインクが連通部材60の隙間64から第1インク室42Aに流入する。第2インク室42Bの液面が連通部材60の隙間64の位置まで下がってくると、多孔質部材52から第1インク室42Aに直接空気が導入される。この状態で第

1インク室42Aのインク液面が低下して所定位置を下回ると、サブインクタンク54のインクと第1インク室42Aの空気が連通管56、58を介して置換される。

【0168】このように、サブインクタンク54内のインクと、第1インク室42A内の空気を置換させることで、第1インク室42Aに蓄積された空気を排出することができる。したがって、第1インク室42Aに蓄積された空気が必要以上に成長し、フィルタ40を閉塞するなどの故障を防止することが可能となる。

【0169】また、第1インク室42Aに設けた液面検出センサによって第1インク室42Aのインク残量を検知してサブインクタンクの交換を促すことによって、第1インク室42A内のインク残量が少なくなりすぎて、インク供給室42内での気泡発生・成長を促進してしまうことを確実に防止できる。

【0170】

【発明の効果】本発明のインクジェット記録装置およびインクジェット記録ヘッドカートリッジでは、気泡による印字欠陥を防止して信頼性の高い記録ヘッドを実現することができる。

【0171】また、気泡がインク供給室内を満たすことによって印字不吐出を生じる故障を防止することができ、ヘッドの寿命を長寿命化できる。

【0172】さらに、インク供給室の内容積、断面積と長さを最適に設計することで、インク噴射時の圧力振動を完全に減衰させることができ、どのような画質パターンにおいても、良好な印字を保証できる。

【0173】以上の説明から、当発明を採用することで、信頼性が非常に高くかつに低コストのインクジェット記録ヘッドカートリッジおよびインクジェット記録装置を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係るインクジェット記録ヘッドカートリッジの縦断面図である。

【図2】本発明の一実施形態に係るインクジェット記録装置の概略図である。

【図3】（A）は本発明の一実施形態に係るヘッドチップの正面側斜視図であり、（B）は背面側斜視図である。

【図4】比較例に係るインクジェット記録ヘッドカートリッジの縦断面図である。

【図5】インク流速とヘッドに流入する最大気泡直径との関係を示すグラフである。

【図6】気泡制御のメインフローチャートである。

【図7】気泡制御のフローチャートである。

【図8】水の温度と空気溶解度の関係を示すグラフである。

【図9】水中における気泡サイズと気泡周囲の空気溶解度の関係を示すグラフである。

【図10】本発明に係るインクジェット記録ヘッドカー

トリッジの個別流路を示す平面図である。

【図11】本発明に係るインクジェット記録ヘッドカートリッジのインク供給室の寸法を示す説明図である。

【図12】本発明に係るインクジェット記録ヘッドカートリッジ流体圧力電気等価回路を示す図である。

【図13】ラインペアの説明図である。

【図14】比較例のインク供給室の振幅状態を示す図である。

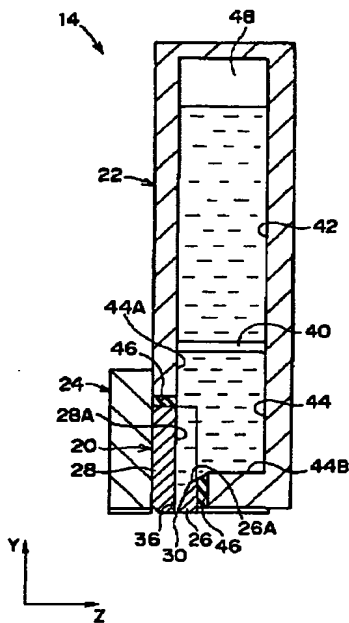
【図15】実施例のインク供給室の振幅状態を示す図である。

【図16】他のインクジェット記録ヘッドカートリッジの一例を示す図である。

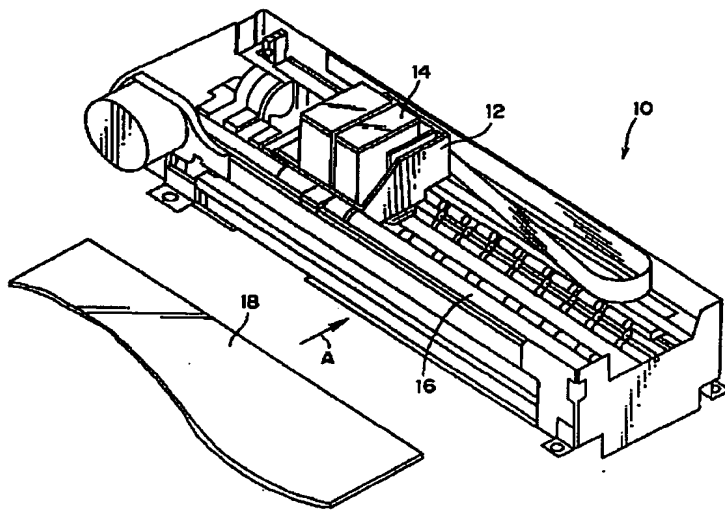
【符号の説明】

- | | |
|----|--------------------|
| 10 | インクジェット記録装置 |
| 14 | インクジェット記録ヘッドカートリッジ |
| 20 | ヘッドチップ |
| 22 | インク供給体 |
| 30 | インク吐出口 |
| 32 | 個別流路 |
| 35 | インク流入口 |
| 40 | フィルタ（フィルタ部材） |
| 42 | インクタンク室（インクタンク部） |
| 44 | インク供給室 |
| 48 | 空気塊 |

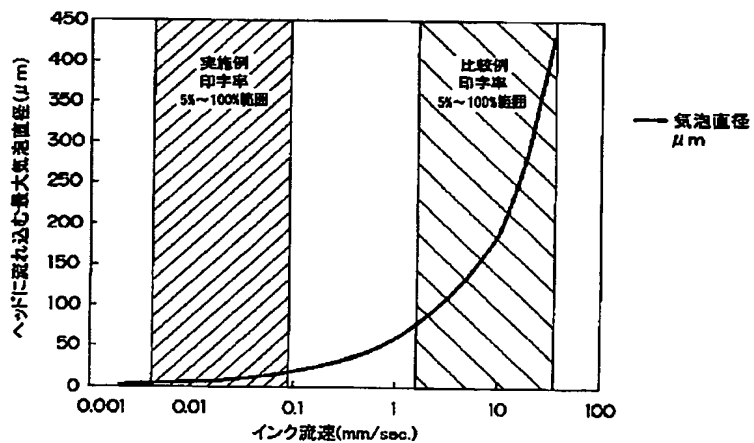
【図1】



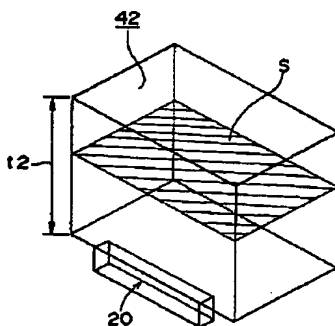
【図2】



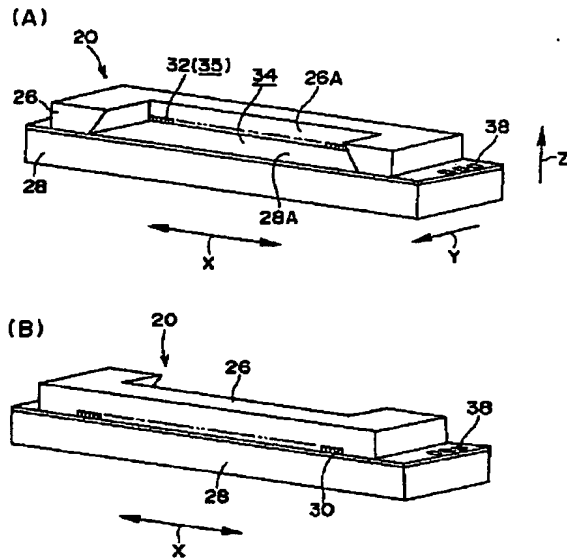
【図5】



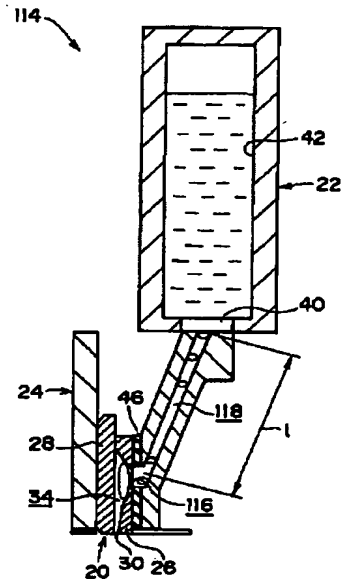
【図11】



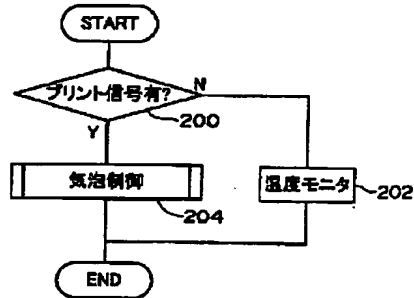
【図3】



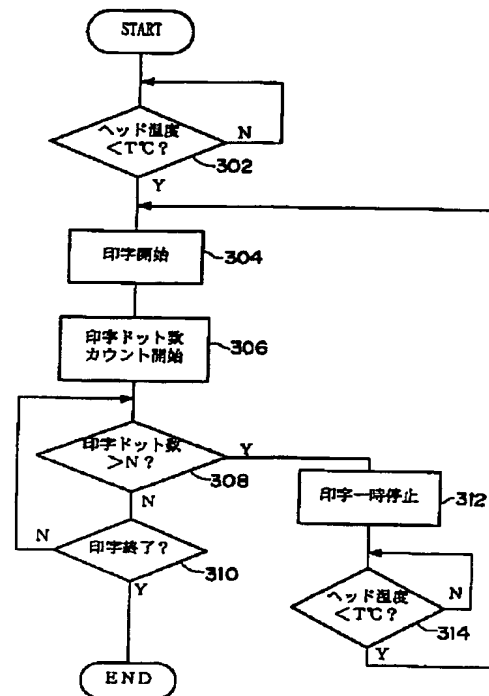
【図4】



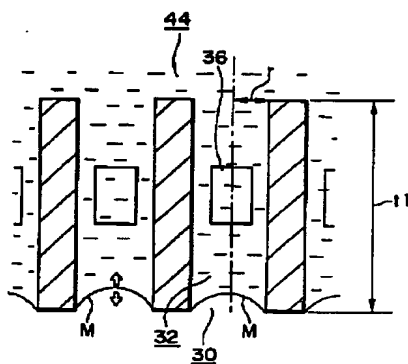
【図6】



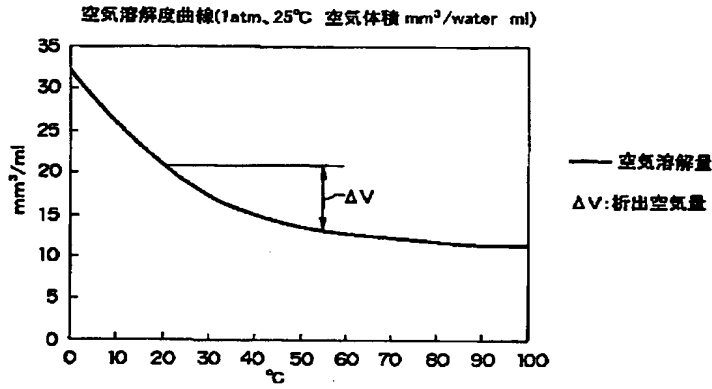
【図7】



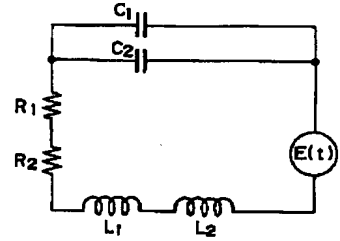
【図10】



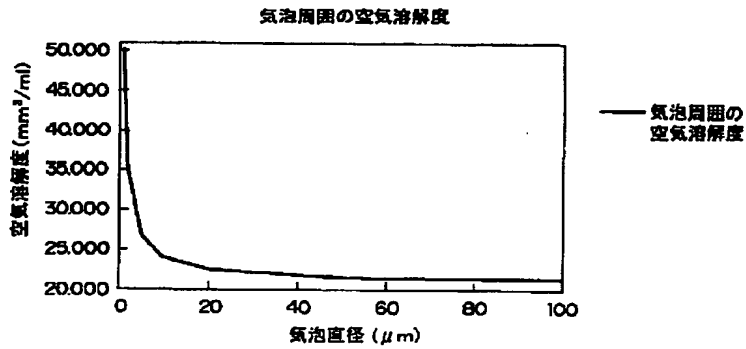
【図8】



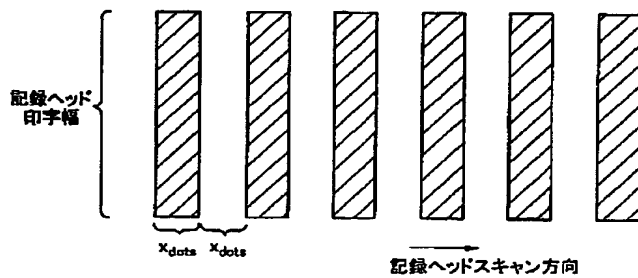
【図12】



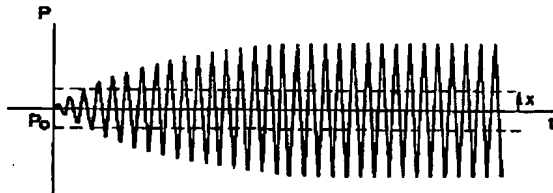
【図9】



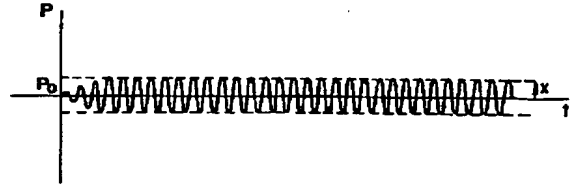
【図13】



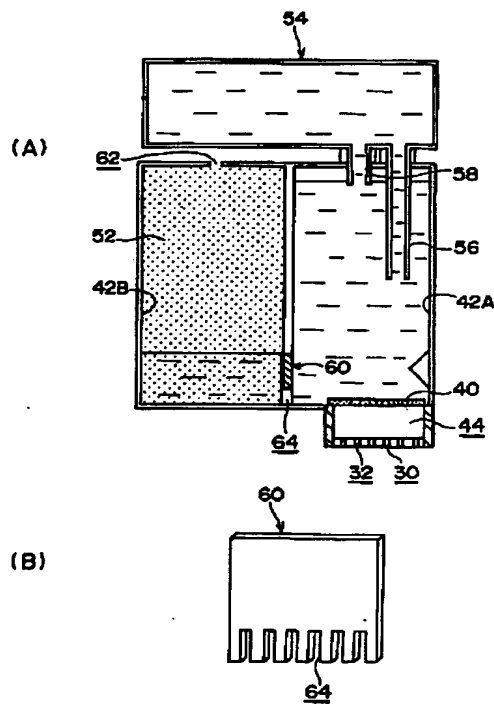
【図14】



【図15】



【図16】



フロントページの続き

(72)発明者 梅澤 智樹
神奈川県海老名市本郷2274番地 富士ゼロ
ックス株式会社海老名事業所内
(72)発明者 富川 伊知朗
神奈川県海老名市本郷2274番地 富士ゼロ
ックス株式会社海老名事業所内
(72)発明者 片岡 雅樹
神奈川県海老名市本郷2274番地 富士ゼロ
ックス株式会社海老名事業所内

(72)発明者 山崎 憲二
神奈川県海老名市本郷2274番地 富士ゼロ
ックス株式会社海老名事業所内
(72)発明者 船津 格国
神奈川県海老名市本郷2274番地 富士ゼロ
ックス株式会社海老名事業所内
(72)発明者 植田 吉久
神奈川県海老名市本郷2274番地 富士ゼロ
ックス株式会社海老名事業所内

(18) 2002-36557 (P2002-365JL)

(72)発明者 原 浩三
神奈川県海老名市本郷2274番地 富士ゼロ
ックス株式会社海老名事業所内
(72)発明者 竹内 孝行
神奈川県海老名市本郷2274番地 富士ゼロ
ックス株式会社海老名事業所内
(72)発明者 佐藤 邦仁
神奈川県海老名市本郷2274番地 富士ゼロ
ックス株式会社海老名事業所内

(72)発明者 浜崎 聡信
神奈川県海老名市本郷2274番地 富士ゼロ
ックス株式会社海老名事業所内
(72)発明者 斉藤 孝一
神奈川県海老名市本郷2274番地 富士ゼロ
ックス株式会社海老名事業所内
Fターム(参考) 2C056 EA15 EB15 EB30 EB49 EC67
FA03 KB27 KC12 KC13 KC16
KC21 KD02
2C057 AF10 AF41 AF78 AG46 AG70
AG72 AG77 AG80 AL14 AL24
AL40 AM30 BA03 BA13